



PCT/FR 2004/003278

REC'D 07 MAR 2005

WIPO PCT

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 08 FEV. 2005

Pour le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

BEST AVAILABLE COPY

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

 cerf
N° 11354

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

BR

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DE 540 • X •

REMISE DES PIÈCES		Réervé à l'INPI
DATE		
LEIU		
18 DEC 2003		
N° D'ENREGISTREMENT L'INPI PARIS F		
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI	0314928	18 DEC. 2003
Vos références pour ce dossier (facultatif)		MD/CNET04860

NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

CABINET MARTINET & LAPOUX
Conseils en Propriété Industrielle
43 boulevard Vauban
B.P. 405 GUYANCOURT
78055 ST QUENTIN YVELINES CEDEX

Confirmation d'un dépôt par télécopie	<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie
2 NATURE DE LA DEMANDE	
Demande de brevet	<input checked="" type="checkbox"/>
Demande de certificat d'utilité	<input type="checkbox"/>
Demande divisionnaire	<input type="checkbox"/>
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale	<input type="checkbox"/>
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale	<input type="checkbox"/>
	N° Date <u> </u> N° Date <u> </u> N° Date <u> </u>

3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Procédé de correspondance automatique entre des éléments graphiques et des éléments phonétiques

4 DECLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <u> </u> N° Pays ou organisation Date <u> </u> N° Pays ou organisation Date <u> </u> N° <input type="checkbox"/> Si il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique
Nom ou dénomination sociale		FRANCE TELECOM
Prénoms		
Forme juridique		Société Anonyme
N° SIREN		1318101298661
Code APE-NAF		<u> </u>
Domicile ou siège	Rue	6 Place d'Alleray
	Code postal et ville	75015 PARIS
	Pays	FRANCE
Nationalité		Française
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)
Adresse électronique (facultatif)		

Si il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »

Remplir impérativement la 2^{me} page

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR

Martinet & Lapoux
CABINET MARTINET & LAPOUX
17,810,515 ST QUENTIN YVELINES CEDEX

DB5400 / 21000

REMISE DES PIÈCES

Réervé à l'INPI

DATE

LEU

18 DEC 2003

N° D'ENREGISTREMENT
(5) INPI PARIS F
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

6 MANDATAIRE (5/12/2003) 0314928

<p>Nom LAPOUX Prénom Roland Cabinet ou Société CABINET MARTINET & LAPOUX</p>	
<p>N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel</p>	
<p>Adresse</p>	Rue 43 boulevard Vauban B.P. 405 GUYANCOURT
	Code postal et ville 17810,515 ST QUENTIN YVELINES CEDEX
	Pays FRANCE
N ° de téléphone (facultatif) 01 30 64 90 09	
N ° de télécopie (facultatif) 01 30 64 90 02	
Adresse électronique (facultatif) martinet@lapoux.com	
<p>7. INVENTEUR (S)</p> <p>Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques</p>	
<p>Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes</p> <p><input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)</p>	
<p>8. RAPPORT DE RECHERCHE</p> <p>Établissement immédiat ou établissement différé <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)</p> <p>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non</p>	
<p>9. RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</p> <p>Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre son avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenu antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG <u> </u></p>	
<p>10. SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</p> <p><input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences</p>	
<p>Le support électronique de données est joint La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe</p>	
<p>Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes</p>	
<p>11. SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</p> <p>Roland LAPOUX Mandataire CPI/92-1136</p>	
<p>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</p> <p>M. MARTIN</p>	

Procédé de correspondance automatique entre des éléments graphiques et des éléments phonétiques

La présente invention concerne en général l'extraction automatique de connaissances linguistiques dans un corpus de transcriptions de chaînes graphiques en des chaînes phonétiques. Plus particulièrement, elle concerne la transcription d'éléments typographiques tels que des caractères dans une langue prédéterminée en des éléments phonétiques.

Actuellement, chaque mot d'une langue constitue une chaîne graphique qui est transcrise phonétiquement en une chaîne de phonèmes par un phonéticien. Pour tout nouveau mot à ajouter à un corpus d'apprentissage, le phonéticien doit intervenir pour transcrire phonétiquement ce nouveau mot. Le corpus d'apprentissage ne fournit ainsi que des transcriptions graphème/phonème globales. Par exemple dans la transcription globale "ruelle"/[ryɛl], le corpus indique que globalement, la chaîne graphique "ruelle" se traduit en chaîne phonétique. Cependant, il n'est pas explicité que de quelque manière, unitairement, l'élément typographique "r" se retranscrit phonétiquement. La transcription globale n'indique pas également les syllabes ou graphèmes composant la chaîne graphique et les éléments phonétiques composant la chaîne phonétique.

Or la connaissance de la transcription élémentaire de chaque élément typographique permet, par la suite, par analyse caractère par caractère de toute chaîne graphique, de déterminer une ou plusieurs chaînes phonétiques associées à la chaîne

graphique. Les transcriptions phonétiques sont utiles à des systèmes correcteurs de fautes pour reconnaître des fautes lexicales lors de la saisie de texte sur un clavier. Il existe donc un besoin à partir d'une transcription brute d'extraire des transcriptions élémentaires plus fines.

L'invention vise à déduire automatiquement de transcriptions brutes de chaînes graphiques, telles que mots et noms patronymiques, par exemple, en des chaînes phonétiques, des transcriptions d'éléments graphiques, telles que caractères, en des éléments phonétiques composant les chaînes phonétiques afin de segmenter automatiquement toute chaîne graphique en graphèmes et toute chaîne phonétique en phonèmes. Les transcriptions élémentaires élément graphique par élément graphique, c'est-à-dire caractère par caractère, facilitent ensuite la transcription globale automatique de toute chaîne graphique supplémentaire apportée au corpus des chaînes graphiques, sur la base notamment d'une concaténation d'éléments phonétiques correspondant de manière biunivoque aux caractères de la chaîne graphique supplémentaire.

25

A cette fin, un procédé pour faire correspondre automatiquement des éléments graphiques composant des chaînes graphiques données à des éléments phonétiques composant des chaînes phonétiques correspondantes, est caractérisé par les étapes suivantes :

estimer des premières probabilités de transcriptions élémentaires des éléments graphiques respectivement en les éléments phonétiques,

pour chaque transcription d'une chaîne graphique donnée à M éléments graphiques en une chaîne

phonétique correspondante à N éléments phonétiques, déterminer des deuxièmes probabilités de MN deuxièmes transcriptions de M chaînes graphiques concaténant successivement les M éléments graphiques en N chaînes phonétiques concaténant successivement les N éléments phonétiques, en fonction chacune d'une première probabilité respective et de la plus grande de trois deuxièmes probabilités respectives déterminées précédemment, et

établir un lien entre les derniers éléments des chaînes graphique et phonétique de chaque deuxième transcription et les derniers éléments des chaînes graphique et phonétique de la transcription relative à la plus grande des trois deuxièmes probabilités respectives afin que des liens établis dans une matrice de taille MN relative aux deuxièmes probabilités constitue un chemin unique entre des dernier et premier couples d'éléments graphique et phonétique de la matrice pour segmenter la chaîne graphique donnée en des graphèmes correspondant respectivement à des phonèmes segmentant la chaîne phonétique correspondante, le nombre d'éléments graphiques dans un graphème étant identique au nombre d'éléments graphiques dans le phonème correspondant.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention, la première probabilité respective pour la détermination d'une deuxième probabilité relative à une deuxième transcription d'une chaîne graphique concaténant m éléments graphiques en une chaîne phonétique concaténant n éléments phonétiques, avec $1 \leq m \leq M$ et $1 \leq n \leq N$, est relative aux derniers éléments dans la chaîne graphique à m éléments graphiques et la chaîne phonétique à n éléments phonétiques. Les trois deuxièmes probabilités respectives déterminées précédemment pour la deuxième

transcription de la chaîne graphique à m éléments graphiques en la chaîne phonétique à n éléments phonétiques sont de préférence respectivement relatives à une deuxième transcription d'une chaîne graphique à $m-1$ éléments graphiques en la chaîne phonétique à n éléments phonétiques, une deuxième transcription de la chaîne graphique à m éléments graphiques en une chaîne phonétique à $n-1$ éléments phonétiques et une deuxième transcription de la chaîne graphique à $m-1$ éléments graphiques en la chaîne phonétique à $n-1$ éléments phonétiques.

Par exemple, l'invention transcrit phonétiquement à partir du corpus de transcriptions globales telles que "ruelle"|[ryɛl] les éléments graphiques "r", "u", "e", "lle" respectivement en les éléments phonétiques [r], [y], [ɛ], [l].

L'invention peut être assimilée à une syllabation qui permet par analyse de décomposer une transcription globale en transcriptions élémentaires, et de mettre en correspondance localement des sous-transcriptions graphème/phonème. Le découpage en graphèmes et phonèmes initiaux et la mise en correspondance biunivoque de chaque élément graphique à chaque élément phonétique des phonèmes découpés est appelée alignement graphème|phonème. Selon l'exemple précédent, l'invention produit l'alignement suivant :

"r"	"u"	"e"	"lle"
[r]	[y]	[ɛ]	[l**].

Le symbole * désigne un élément phonétique muet et sans signification.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de plusieurs réalisations préférées de l'invention, à titre

d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels :

- la figure 1 est un algorithme d'étapes principales du procédé de correspondance automatique selon l'invention; et

- la figure 2 est un algorithme de sous-étapes d'une étape de détermination de premières probabilités individuelles incluse dans le procédé de correspondance automatique.

10

Comme montré à la figure 1, le procédé de correspondance automatique d'éléments graphiques et d'éléments phonétiques selon l'invention comprend des étapes principales E1 à E11. Ces étapes sont pour la plupart mises en œuvre par exemple sous la forme d'un logiciel implémenté dans un ordinateur et lié notamment à un système de correction de fautes lexicales qui peut être intégré à un système de traitement de texte ou à un système d'exercice linguistique. L'ordinateur contient ou peut accéder à une base du type de celles utilisées en intelligence artificielle. La base inclut un corpus C de transcriptions globales initiales.

Initialement à l'étape E1, les transcriptions globales (CG|CP) sont constituées par des couples faisant correspondre chacun une chaîne graphique CG, telle qu'un mot dans une langue prédéterminée ou un nom patronymique, à une chaîne phonétique CP. Ces transcriptions ont été déterminées et saisies par un phonéticien au moyen d'un formulaire adéquat affiché par l'ordinateur. Le corpus C fait correspondre des chaînes graphiques GC composées chacune d'un ou plusieurs éléments typographiques (caractères), appelés ci-après éléments graphiques g_i d'un alphabet $G = \{g_1, \dots, g_I\}$ à I éléments dans la langue

prédéterminée, avec $1 \leq i \leq M$, respectivement à des chaînes phonétiques CP composées chacune d'un ou plusieurs éléments phonétiques p_j d'un alphabet $P = \{p_1, \dots, p_J\}$ à J éléments phonétiques avec $1 \leq j \leq J$ et $I \neq J$ a priori. Toutefois, on ignore à ce stade la segmentation de la chaîne CG en syllabes ou en graphèmes comprenant chacun un ou plusieurs éléments graphiques, et la segmentation de la chaîne CP en phonèmes comprenant chacun un ou plusieurs éléments phonétiques.

Typiquement, les alphabets G et P ont une trentaine d'éléments. Ils présentent ainsi une possibilité de $30 \times 30 = 900$ couples possibles d'élément graphique et d'élément phonétique. En pratique, le corpus C contient au moins 100.000 transcriptions globales de chaînes typographiques CG en chaînes phonétiques CP, ce qui préserve l'invention d'erreurs grossières dans des estimations de probabilités, comme on le verra ci-après.

A l'étape E2, des premières probabilités de transcription élémentaire $P(g_i|p_j)$ pour qu'un élément graphique g_i corresponde à l'élément phonétique p_j sont a priorité estimées et enregistrées dans la base avec le corpus de transcriptions globales C .

Les valeurs estimées des premières probabilités sont autant que possible proches respectivement de valeurs de probabilité maximales recherchées afin que le procédé de l'invention opérant par itérations converge rapidement tout en évitant de retenir des maxima locaux.

La nature concaténative des transcriptions globales des chaînes conduit à l'hypothèse d'une corrélation entre le rang r_g des éléments graphiques dans une chaîne graphique CG et le rang r_p des éléments phonétiques dans la chaîne phonétique

correspondante CP. Par exemple dans la transcription globale (beau|bo), il est plus probable que l'élément graphique b, de par sa position en début de chaîne CG, se traduise en élément phonétique [b] plutôt qu'il ne se traduise en [o] phonétique positionné en fin de la chaîne correspondante CP. Dans cet exemple, la corrélation des rangs rapproche les éléments graphiques [b] et [e] de l'élément phonétique [b], et les éléments graphiques [a] et [u] de l'élément phonétique [o].

L'algorithme d'estimation initiale E2 des premières probabilités $P(gi|pj)$ comprend des sous-étapes suivantes E21 à E27.

A la sous-étape E21, IJ nombres de contingence $Kgipj$, respectivement associés aux transcriptions élémentaires $(gi|pj)$ d'un élément graphique de l'alphabet G et d'un élément phonétique de l'alphabet P sont mis à zéro. Le nombre de contingence $Kgipj$ est égal à la fin de l'étape E2 au nombre de fois estimé où l'élément graphique gi est retranscrit en l'élément phonétique pj dans les diverses transcriptions globales de chaînes typographiques CG en chaînes phonétiques CP incluses dans le corpus C.

Pour chaque transcription de chaîne $(CG|CP)$, comme indiqué à la sous-étape E22, les rangs des éléments graphiques dans la chaîne CG et les rangs des éléments phonétiques dans la chaîne CP sont normalisés en fonction des longueurs respectives lg et lp des chaînes CG et CP qui peuvent être différentes. A la sous-étape E23, le rang r d'un élément phonétique dans la chaîne CP est déduit du rang rgi d'un élément graphique gi dans la chaîne CG auquel sera associé l'élément phonétique de rang r , selon la relation suivante :

$$r = \text{partie entière } (rgi \cdot lp / lg).$$

Le nombre de contingences K_{gipj} associé à la transcription élémentaire de l'élément graphique g_i en l'élément phonétique p_j n'est alors incrémenté de 1 que si l'élément phonétique p_j est situé au rang 5 déduit r dans la chaîne CP, comme indiqué aux sous-étapes E24 et E25.

Les sous-étape E22 à E25 sont réitérées pour chaque transcription globale (CG|CP) du corpus C, comme indiqué à la sous-étape E26. Lorsque toutes les 10 transcriptions globales du corpus ont été parcourues, la sous-étape suivante 26 estime toutes les premières probabilités $P(g_i|p_j)$ de transcription élémentaire entre les éléments graphiques et les éléments phonétiques, selon les relations suivantes pour 15 chaque élément graphique g_i :

$$P(g_i|p_j) = \frac{1}{\sum_{j=1}^J K_{gipj}}$$

après avoir calculé le terme somme au dénominateur pour l'élément graphique g_i .

20 En revenant à la figure 1, le procédé de correspondance est poursuivi par des étapes E3 à E10 qui segmentent chaque chaîne graphique CG dans le corpus afin de faire correspondre d'une manière biunivoque chaque segment de la chaîne CG, appelé 25 graphème, comprenant un ou plusieurs éléments graphiques à un segment, appelé phonème, comprenant un ou plusieurs éléments phonétiques résultant d'une segmentation de la chaîne phonétique correspondante CP.

30 Une chaîne graphique CG comprend M éléments graphiques consécutifs g_1 à g_M et la chaîne phonétique CP correspondant à la chaîne CG comprend N éléments phonétiques consécutifs p_1 à p_N avec

l'entier N différent, ou éventuellement égal à l'entier M .

La probabilité $P(g_1, \dots, g_m, \dots, g_M | p_1, \dots, p_n, \dots, p_N)$ pour que la chaîne CG corresponde à la chaîne CP, avec $1 \leq m \leq M$ et $1 \leq n \leq N$, est déterminée en fonction des premières probabilités de transcription élémentaire $P(g_i | p_j)$ estimées précédemment à l'étape E2, et d'une similarité entre les chaînes CG et CP. La similarité est basée sur la distance d'édition de Damerau-Levenshtein DLM (Damerau-Levenshtein Metric), mais en effectuant une maximalisation et non une minimisation. La probabilité $P(CG|CP)$ est déterminée par une programmation dynamique, en utilisant la formule d'itération suivante pour tout couple m, n tel que $1 \leq n \leq N$ et $1 \leq m \leq M$:

$$P(g_1 g_2 \dots g_m | p_1 p_2 \dots p_n) = P(g_m | p_n) \max[P(g_1 g_2 \dots g_{m-1} | p_1 p_2 \dots p_n), P(g_1 g_2 \dots g_{m-1} | p_1 p_2 \dots p_{n-1}), P(g_1 g_2 \dots g_{m-1} | p_1 p_2 \dots p_{n-1})].$$

La nature concaténative des transcriptions globales de chaînes et des transcriptions graphèmes/phonèmes permet d'appliquer de manière efficace les modèles de Markov. Pour la probabilité donnée d'une transcription d'une chaîne $g_1, g_2 \dots g_m$ en une chaîne $p_1 p_2 \dots p_n$, l'extension de la chaîne graphique, respectivement phonétique, par un nouvel élément graphique g_{m+1} , respectivement p_{n+1} , donne lieu soit à la même chaîne phonétique, respectivement graphique, soit à l'adjonction d'un nouvel élément phonétique, respectivement graphique. Exprimé en terme de probabilité, $P(g_1 g_2 \dots g_{m+1} | p_1 p_2 \dots p_{n+1})$ ne dépend que des probabilités de trois transcriptions possibles :

soit $P(g_1 g_2 \dots g_m | p_1 p_2 \dots p_{n+1})$

soit $P(g_1 g_2 \dots g_{m+1} | p_1 p_2 \dots p_n)$

soit $P(g_1 g_2 \dots g_m | p_1 p_2 \dots p_n)$.

Cette dépendance est exprimée par la distance d'édition égale à la plus grande des trois probabilités indiquée ci-dessus.

Après avoir mis les indices m et n à zéro pour une transcription globale (CG|CP) à l'étape E3 et incrémenté les indices m et n de 1 aux étapes E4 et E5, des itérations commencent aux étapes E6 et E7 en déterminant les probabilités pour que les M concaténations successives des éléments graphiques g_1 à g_M de la chaîne CG correspondent au premier élément phonétique p_1 de la chaîne CP, soit :

$P(g_1, \dots, g_m | p_1) = P(g_m | p_1) \max[P(g_1, \dots, g_{m-1} | p_1)]$
 avec $1 \leq m \leq M$, en commençant par la probabilité élémentaire $P(g_1 | p_1)$. Puis comme illustré par l'étape E8, le procédé est poursuivi par des itérations pour déterminer les probabilités pour que les M concaténations des éléments graphiques g_1 à g_M de la chaîne CG correspondent aux deux premiers éléments phonétiques p_1 et p_2 de la chaîne CP, en utilisant les probabilités précédemment déterminées pour le premier élément graphique p_1 , soit :

$$P(g_1, \dots, g_m | p_1, p_2) = P(g_m | p_2) \max[P(g_1, \dots, g_{m-1} | p_2), P(g_1, \dots, g_m | p_1), P(g_1, \dots, g_{m-1} | p_1)].$$

Puis le procédé est poursuivi en ajoutant un élément phonétique p_n pour déterminer les M probabilités $P(g_1 | p_1, \dots, p_n)$ à $P(g_1, \dots, g_M | p_1, \dots, p_n)$ jusqu'aux M probabilités relatives à la chaîne CP = (p_1, \dots, p_N) . Les étapes itératives E4 à E8 construisent progressivement une matrice de deuxièmes probabilités $P(g_1, \dots, g_m | p_1, \dots, p_n)$ à M colonnes pour concaténations successives des M éléments graphiques et à N lignes pour concaténations successives des N éléments phonétiques, en opérant ligne par ligne selon l'exemple ci-dessus et en commençant par la

probabilité $P(g_1|p_1)$ et en finissant par la probabilité $P(g_1, \dots, g_M|p_1, \dots, p_N)$.

Chaque itération relative à la (m,n) ième transcription $[(g_1, \dots, g_m)|(p_1, \dots, p_n)]$ établit un lien entre le couple (g_m, p_n) et le couple à la plus grande probabilité des trois probabilités déterminées précédemment parmi les trois couples (g_{m-1}, p_n) , (g_m, p_{n-1}) et (g_{m-1}, p_{n-1}) . Lorsque le couple (g_m, p_n) est relié au couple (g_{m-1}, p_m) , il s'agit d'une transcription élémentaire de (g_{m-1}, g_m) en g_m ; lorsque le couple (g_m, p_n) est relié au couple (g_m, p_{n-1}) , il s'agit d'une transcription élémentaire de g_m en (p_{n-1}, p_n) ; et lorsque le couple (g_m, p_n) est relié au couple (g_{m-1}, p_{n-1}) , il s'agit d'une transcription élémentaire de g_m en p_n .

Ainsi à chaque détermination de probabilité $P(g_1, \dots, g_m)|(p_1, \dots, p_n)$ est mémorisé un lien qui trace un chemin unique reliant le premier couple (g_1, p_1) au dernier couple (g_M, p_N) dans la matrice à M colonnes et N lignes. La topologie du chemin unique dans la matrice de taille M.N segmente les chaînes graphiques CG en graphèmes et les chaînes phonétiques CP en phonèmes et aligne les éléments graphiques et les éléments phonétiques en correspondance biunivoque. Si un segment du chemin suit une portion d'une ligne entre deux éléments graphiques, la concaténation des éléments graphiques de la portion de ligne correspond à l'élément phonétique de la ligne complété par un ou des éléments phonétiques muets et sans signification afin de former un couple de graphème et de phonème ayant le même nombre d'éléments. Si un segment du chemin suit une portion de colonne entre deux éléments phonétiques, l'élément graphique de la colonne complété par un ou des éléments graphiques sans signification correspond à

la concaténation des éléments phonétiques de la portion de colonne afin de former un couple de graphème et de phonème ayant le même nombre d'éléments. Un changement de direction du chemin vers l'horizontale, la verticale ou la diagonale dans la matrice indique une segmentation des chaînes CG et CP.

10 A titre d'exemple simple, on cherche à segmenter la transcription globale du mot CG = "beau" en la chaîne phonétique CP = [bo] en supposant que l'étape E2 a estimé les premières probabilités individuelles suivantes dans le corpus C :

$$P(b|b) = 0, 9 \quad ; \quad P(e|b) = 0, 1 \quad ; \quad P(a|b) = 0, 1 \quad ; \quad P(u|b) = 0, 1$$

$$P(e|o) = 0, 2 \quad ; \quad P(a|o) = 0, 1 \quad ; \quad P(u|o) = 0, 2 \quad ; \quad P(b|o) = 0, 1.$$

15 Pour la transcription (beau|bo) du corpus, les
M=4 itérations des étapes E5, E6 et E7 pour chacune
des M=2 lignes de la matrice de taille (4,2)
produisent le tableau suivant:

p_n / g_m	$b = g_1$	$e = g_2$	$a = g_3$	$u = g_4$
$[b] = p_1$	0,9	$\leftarrow 0,09$	$\leftarrow 0,09$	$\leftarrow 0,0009$
$[o] = p_2$	$\uparrow 0,09$	$\nwarrow 0,18$	$\leftarrow 0,018$	$\leftarrow 0,0036$

20 . Le symbole \leftarrow indique que le couple (g_m, p_n) est relié au couple (g_{m-1}, p_n) ; le symbole \uparrow indique que le couple (g_m, p_n) est relié au couple (g_m, p_{n-1}) ; et le symbole \nwarrow indique que le couple (g_m, p_n) est relié au couple (g_{m-1}, p_{n-1}) . Le symbole \nwarrow associé à la transcription (be|bo) indique que cette dernière est déduite et donc liée à la transcription (b|b) qui la précède. Le symbole \nwarrow indique une frontière de segmentation. On en déduit de ce tableau l'alignement suivant :

30 b eau
b o**.

Le symbole * désigne un élément phonétique muet et sans signification.

Afin de parfaire les correspondances entre les graphèmes et les phonèmes et les correspondances entre les éléments graphiques et les éléments phonétiques, de préférence comme indiqué par l'étape E11, les premières probabilités $P(g_1|P_1)$ à $(P(g_I|P_J)$ des transcriptions de chacun des éléments graphiques respectivement en les J éléments phonétiques (étape E2) et en particulier les nombres de contingence K_{g1p1} à K_{gIpJ} (sous-étape E25) sont à nouveau estimés en fonction notamment des rangs des éléments phonétiques placés dans les chaînes phonétiques données CG qui ont été segmentées en phonèmes à l'étape précédente E10. A nouveau des deuxièmes probabilités $P(g_1, \dots, g_m|p_1, \dots, p_n)$ de MN deuxièmes transcriptions de chaque transcription globale d'une chaîne graphique donnée à M éléments graphiques (CG) en une chaîne phonétique correspondante (CP) à N éléments phonétiques sont déterminées par l'exécution des étapes E3 à E10 afin qu'à l'étape suivante E10 des liens soient établis entre des couples (g_m, p_n) d'une nouvelle matrice à M colonnes et N lignes et par conséquent un chemin corrigé reliant le dernier couple (g_M, p_N) au premier couple (g_1, p_1) dans la nouvelle matrice de deuxièmes probabilités de taille MN.

Eventuellement d'autres boucles itératives d'étapes E2 à E11 peuvent être exécutées jusqu'à la convergence du procédé de correspondance, c'est-à-dire jusqu'à ce que le chemin établi devienne constant d'une boucle à la suivante.

Après la segmentation de toutes les chaînes graphiques et phonétiques du corpus G en graphèmes et

phonèmes, la base a enregistrée toutes les correspondances entre les éléments graphiques et phonétiques et les correspondances entre les graphèmes et phonèmes pour tout le corpus C parcouru.

5 Toute nouvelle chaîne graphique ajoutée au corpus peut être ensuite automatiquement transcrise en une chaîne phonétique segmentée en des phonèmes à laide notamment des correspondances précédemment établies et enregistrées selon l'invention.

REVENDICATIONS

1 - Procédé pour faire correspondre automatiquement des éléments graphiques (gi) composant des chaînes graphiques données à des éléments phonétiques (pj) composant des chaînes phonétiques correspondantes, caractérisé par les étapes suivantes :

estimer (E2) des premières probabilités
10 ($P(g_i|p_j)$) de transcriptions élémentaires des éléments graphiques respectivement en les éléments phonétiques,

15 pour chaque transcription d'une chaîne graphique donnée (CG) à M éléments graphiques en une chaîne phonétique correspondante (CP) à N éléments phonétiques, déterminer (E3 - E9) des deuxièmes probabilités ($P(g_1, \dots, g_m | p_1, \dots, p_n)$) de MN deuxièmes transcriptions de M chaînes graphiques concaténant successivement les M éléments graphiques en N chaînes phonétiques concaténant successivement les N éléments phonétiques, en fonction chacune d'une première probabilité respective et de la plus grande de trois deuxièmes probabilités respectives déterminées précédemment, et

25 établir (E10) un lien entre les derniers éléments (g_m, p_n) des chaînes graphique et phonétique de chaque deuxième transcription et les derniers éléments des chaînes graphique et phonétique de la transcription relative à la plus grande des trois 30 deuxièmes probabilités respectives afin que des liens établis dans une matrice de taille MN relative aux deuxièmes probabilités constitue un chemin unique entre des dernier et premier couples d'éléments graphique et phonétique de la matrice pour segmenter 35 la chaîne graphique donnée en des graphèmes

REVENDICATIONS

1 - Procédé mis en oeuvre dans un ordinateur pour faire correspondre automatiquement des éléments graphiques (g_i) composant des chaînes graphiques données à des éléments phonétiques (p_j) composant des chaînes phonétiques correspondantes, après avoir saisi (E1) initialement des transcriptions globales (CG|CP) des chaînes graphiques en les chaînes phonétiques dans une base accessible par l'ordinateur, caractérisé par les étapes suivantes :

estimer et enregistrer dans la base (E2) des premières probabilités ($P(g_i|p_j)$) de transcriptions élémentaires des éléments graphiques respectivement en les éléments phonétiques,

pour chaque transcription d'une chaîne graphique donnée (CG) à M éléments graphiques en une chaîne phonétique correspondante (CP) à N éléments phonétiques, déterminer (E3 - E9) des deuxièmes probabilités ($P(g_1, \dots, g_m | p_1, \dots, p_n)$) de MN deuxièmes transcriptions de M chaînes graphiques concaténant successivement les M éléments graphiques en N chaînes phonétiques concaténant successivement les N éléments phonétiques, en fonction chacune d'une première probabilité respective et de la plus grande de trois deuxièmes probabilités respectives déterminées précédemment, et

30 établir et mémoriser (E10) un lien entre les derniers éléments (g_m, p_n) des chaînes graphique et phonétique de chaque deuxième transcription et les derniers éléments des chaînes graphique et phonétique de la transcription relative à la plus grande des trois deuxièmes probabilités respectives afin que des liens établis dans une matrice de taille MN relative
35 aux deuxièmes probabilités constitue un chemin unique

correspondant respectivement à des phonèmes segmentant la chaîne phonétique correspondante, le nombre d'éléments graphiques dans un graphème étant identique au nombre d'éléments graphiques dans le phonème correspondant.

2 - Procédé conforme à la revendication 1, selon lequel la première probabilité respective pour la détermination (E3 - E9) d'une deuxième probabilité (P(g₁, ..., g_m|p₁, ..., p_n)) relative à une deuxième transcription d'une chaîne graphique concaténant m éléments graphiques en une chaîne phonétique concaténant n éléments phonétiques, avec 1 ≤ m ≤ M et 1 ≤ n ≤ N, est relative aux derniers éléments dans la chaîne graphique à m éléments graphiques et la chaîne phonétique à n éléments phonétiques.

3 - Procédé conforme à la revendication 1 ou 2, selon lequel les trois deuxièmes probabilités respectives déterminées précédemment pour la deuxième transcription de la chaîne graphique à m éléments graphiques en la chaîne phonétique à n éléments phonétiques sont respectivement relatives à une deuxième transcription d'une chaîne graphique à m-1 éléments graphiques en la chaîne phonétique à n éléments phonétiques, une deuxième transcription de la chaîne graphique à m éléments graphiques en une chaîne phonétique à n-1 éléments phonétiques et une deuxième transcription de la chaîne graphique à m-1 éléments graphiques en la chaîne phonétique à n-1 éléments phonétiques.

4 - Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant une estimation d'autres premières probabilités (P(g_i|P_j)) de

entre des dernier et premier couples d'éléments graphique et phonétique de la matrice pour segmenter la chaîne graphique donnée en des graphèmes correspondant respectivement à des phonèmes segmentant la chaîne phonétique correspondante et pour enregistrer les correspondances entre les graphèmes et phonèmes dans la base, le nombre d'éléments graphiques dans un graphème étant identique au nombre d'éléments phonétiques dans le phonème correspondant, afin que toute nouvelle chaîne graphique soit automatiquement transcrise en une chaîne phonétique segmentée en phonèmes au moyen des correspondances enregistrées.

15 2 - Procédé conforme à la revendication 1, selon lequel la première probabilité respective pour la détermination (E3 - E9) d'une deuxième probabilité ($P(g_1, \dots, g_m | p_1, \dots, p_n)$) relative à une deuxième transcription d'une chaîne graphique concaténant m éléments graphiques en une chaîne phonétique concaténant n éléments phonétiques, avec $1 \leq m \leq M$ et $1 \leq n \leq N$, est relative aux derniers éléments dans la chaîne graphique à m éléments graphiques et la chaîne phonétique à n éléments phonétiques.

25

3 - Procédé conforme à la revendication 1 ou 2, selon lequel les trois deuxièmes probabilités respectives déterminées précédemment pour la deuxième transcription de la chaîne graphique à m éléments graphiques en la chaîne phonétique à n éléments phonétiques sont respectivement relatives à une deuxième transcription d'une chaîne graphique à $m-1$ éléments graphiques en la chaîne phonétique à n éléments phonétiques, une deuxième transcription de la chaîne graphique à m éléments graphiques en une

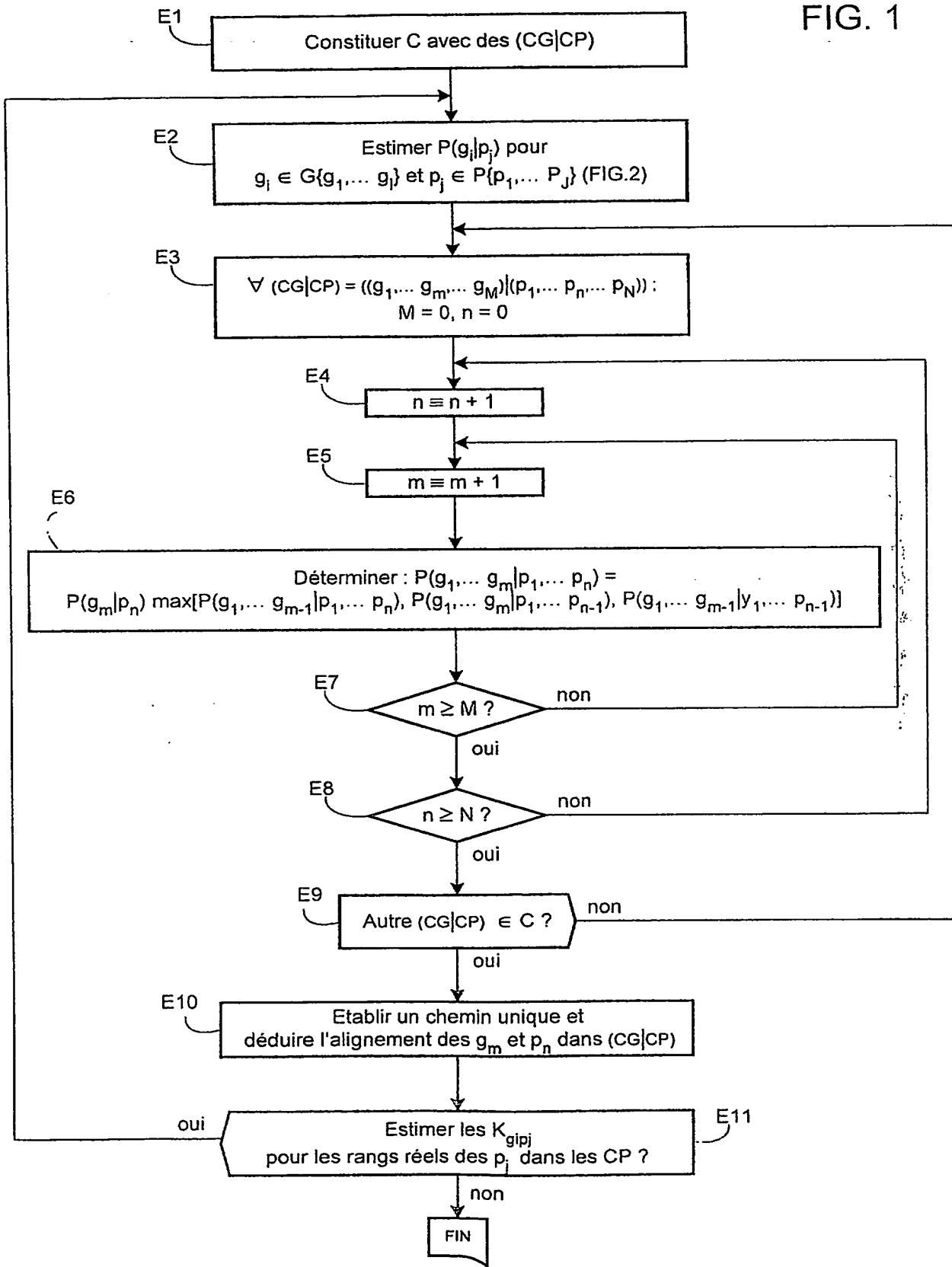
transcriptions de chacun des éléments graphiques respectivement en les éléments phonétiques en fonction notamment des rangs des éléments phonétiques placés dans les chaînes phonétiques données (CG) qui 5 ont été segmentées en phonèmes afin à nouveau de déterminer (E6) des deuxièmes probabilités ($P(g_1, \dots, g_M | p_1, \dots, p_N)$) de MN deuxièmes transcriptions de chaque transcription d'une chaîne graphique donnée à M éléments graphiques (CG) en une chaîne phonétique 10 correspondante (CP) à N éléments phonétiques et établir un chemin corrigé reliant le dernier couple (g_M, p_N) au premier couple (g_1, p_1) dans une nouvelle matrice de deuxièmes probabilités de taille MN.

chaîne phonétique à $n-1$ éléments phonétiques et une deuxième transcription de la chaîne graphique à $m-1$ éléments graphiques en la chaîne phonétique à $n-1$ éléments phonétiques.

5

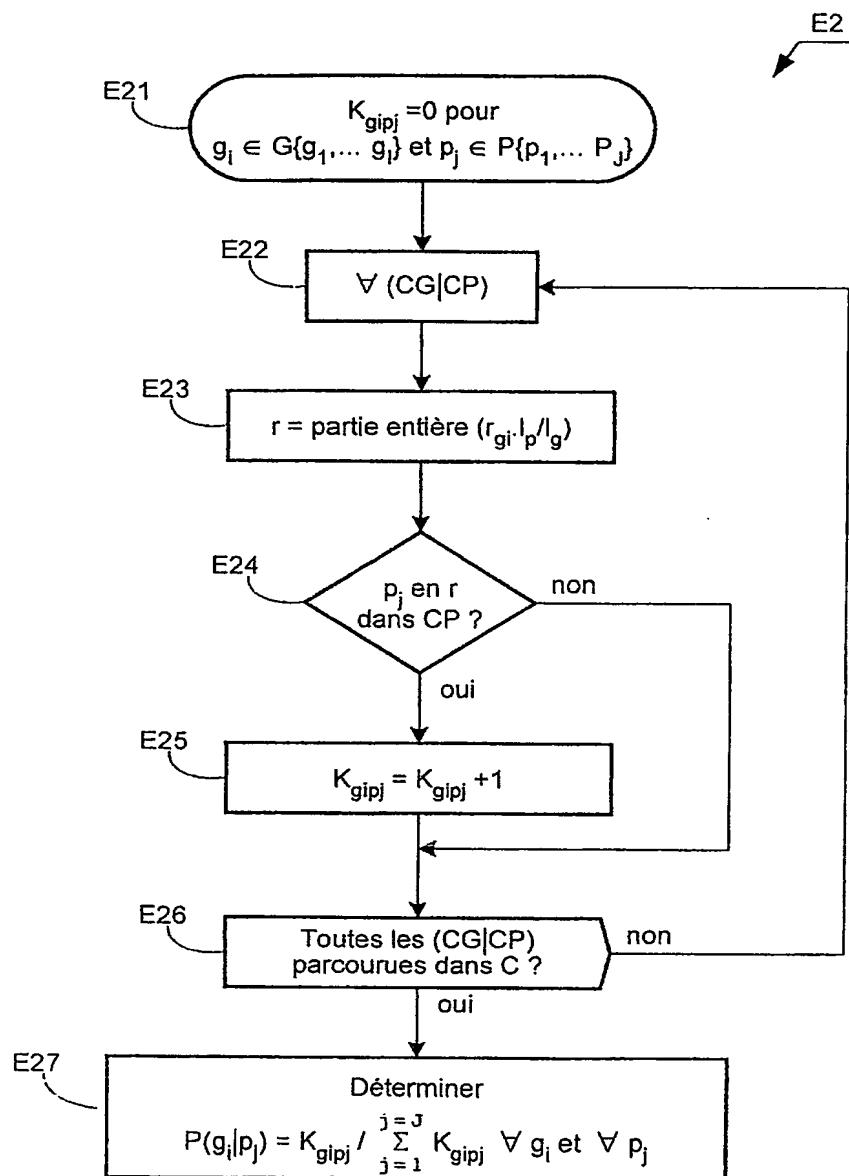
4 - Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant une estimation d'autres premières probabilités ($P(g_i|P_j)$) de transcriptions de chacun des éléments graphiques respectivement en les éléments phonétiques en fonction notamment des rangs des éléments phonétiques placés dans les chaînes phonétiques données (CG) qui ont été segmentées en phonèmes afin à nouveau de déterminer (E6) des deuxièmes probabilités ($P(g_1, \dots, g_m|p_1, \dots, p_n)$) de MN deuxièmes transcriptions de chaque transcription d'une chaîne graphique donnée à M éléments graphiques (CG) en une chaîne phonétique correspondante (CP) à N éléments phonétiques et établir un chemin corrigé reliant le dernier couple (g_M, p_N) au premier couple (g_1, p_1) dans une nouvelle matrice de deuxièmes probabilités de taille MN .

FIG. 1



2/2

FIG. 2



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

INV

DB 113 O W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)	MD/CNET04860														
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL															
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)															
<p>Procédé de correspondance automatique entre des éléments graphiques et des éléments phonétiques</p>															
LE(S) DEMANDEUR(S) :															
<p>FRANCE TELECOM 6 Place d'Alleray 75015 PARIS FRANCE</p>															
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :															
<table border="1"> <tr> <td>1 Nom</td> <td>LASSALLE</td> </tr> <tr> <td>Prénoms</td> <td>Edmond</td> </tr> <tr> <td>Adresse</td> <td>Rue</td> </tr> <tr> <td></td> <td>17 rue du Hingar</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Code postal et ville</td> </tr> <tr> <td></td> <td>122300 LANNION</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> </tr> </table>		1 Nom	LASSALLE	Prénoms	Edmond	Adresse	Rue		17 rue du Hingar		Code postal et ville		122300 LANNION	Société d'appartenance (facultatif)	
1 Nom	LASSALLE														
Prénoms	Edmond														
Adresse	Rue														
	17 rue du Hingar														
	Code postal et ville														
	122300 LANNION														
Société d'appartenance (facultatif)															
<table border="1"> <tr> <td>2 Nom</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prénoms</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Adresse</td> <td>Rue</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Code postal et ville</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11111</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> </tr> </table>		2 Nom		Prénoms		Adresse	Rue				Code postal et ville		11111	Société d'appartenance (facultatif)	
2 Nom															
Prénoms															
Adresse	Rue														
	Code postal et ville														
	11111														
Société d'appartenance (facultatif)															
<table border="1"> <tr> <td>3 Nom</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prénoms</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Adresse</td> <td>Rue</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Code postal et ville</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11111</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> </tr> </table>		3 Nom		Prénoms		Adresse	Rue				Code postal et ville		11111	Société d'appartenance (facultatif)	
3 Nom															
Prénoms															
Adresse	Rue														
	Code postal et ville														
	11111														
Société d'appartenance (facultatif)															
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivie du nombre de pages.															
<p>DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</p> <p>Roland LAPOUX Mandataire CPI/92-1136</p>  <p>Le 18 Décembre 2003</p>															



PCT/FR2004/003278



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.